

Implementación del aprendizaje basado en proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada

*Implementation of project-based learning as a tool in applied
engineering subjects*

*Implementação da aprendizagem baseada em projetos como uma
ferramenta em disciplinas de engenharia aplicada*

Blanca Alicia Rico Jiménez

Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y
Tecnologías Avanzadas, México

bricoj@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1155-1628>

Laura Ivoone Garay Jiménez

Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y
Tecnologías Avanzadas México

lgaray@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9478-4835>

Elena Fabiola Ruiz Ledesma

Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Cómputo. México

efruiz@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1513-8243>

Resumen

Este trabajo aplica la metodología de enseñanza que tiene como sustento teórico el aprendizaje basado en proyectos (ABP) a una asignatura de ingeniería denominada Base de Datos, ya que se ha demostrado que las competencias colaborativas implicadas auxilian en la formación del estudiante. El uso de esta metodología, con base en la estrategia de aprendizaje para abordar problemáticas de la vida real de interés para el alumno, contribuye en el desarrollo profesional del ingeniero en formación. Una característica especial de la variante de ABP propuesta en esta investigación consiste en que la evaluación es continua y directamente aplicable a cada alumno que resuelve un problema con una aplicación práctica diferente. Otra diferencia es que, al desarrollar el proyecto a lo largo del semestre integrando los conocimientos adquiridos en forma gradual, a través de las 3 etapas, con retroalimentación constante, objetiva y sistemática, motiva al alumno a continuar con el proyecto. La planeación didáctica por parte del profesor considera actividades, resultados y rúbricas bien definidos, para después entrar en la primera etapa, que corresponde a la planeación del proyecto por parte del equipo e incluye tanto la determinación de los requerimientos, así como el diseño de la base de datos; la segunda etapa permite implementar la base de datos en un lenguaje adecuado, y, finalmente, la tercera etapa considera la integración de la base de datos y su manejo dentro del sistema de gestión. Los resultados del caso de estudio que se presentan corresponden al proceso de implementación ABP, a través de cada una de sus etapas, con un grupo de 30 estudiantes, en donde más del 80 % logró concluir su proyecto con un buen diseño, desarrollo e implementación, al cumplir con los requerimientos del sistema planteados. Esta estrategia les permitió a los estudiantes desarrollar habilidades de investigación, incrementando las capacidades de análisis y de síntesis y logrando una experiencia educativa motivada, con un alto índice de compromiso por parte de los involucrados para llegar al final.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, base de datos, competencia, estudiantes de ingeniería, SQL, trabajo colaborativo.

Abstract

This work applies a teaching methodology that is based on Project Based Learning (ABP) theory to an Engineering subject called Database. ABP had shown that the collaborative competences enhancement the engineer profile. The use of this methodology based on the learning strategy to address real-life problems that are interesting to the student, contribute to their professional development as an engineer. A special feature of the proposed ABP variant is that the assessment is continuous and directly applicable to each student who solves a problem with different practical application. Another difference is that developing the project along the semester and integrating the knowledge acquired gradually through the 3 stages, with a constant, objective, and systematic feedback, motivates the student to continue with the project. The didactic planning done by the teacher, considers activities, expected results and well-defined rubrics. Considering, the first stage as the planning of the project by the team and includes both the determination of the requirements, as well as the design of the database; then in stage 2, the database implementation in an appropriate language and finally stage 3 considers the integration of the database and its management within the data system. The results of the study case presented correspond to the ABP implementation process, through each of its stages, with a group of 30 students, whose over 80% were capable to complete their project with a good design, development, and implementation, complying with the system requirements proposed. This strategy allowed students to improve their research, analysis and synthesis skills and achieving a motivated educational experience with a high level of commitment of the students to reach the end.

Keywords: project-based learning, competence, generic competences, educational strategies, SQL, collaborative work.

Resumo

Este trabalho aplica a metodologia de ensino que tem como base teórica a aprendizagem baseada em projetos (PBL) para uma disciplina de engenharia denominada Banco de Dados, uma vez que foi demonstrado que as competências colaborativas envolvidas auxiliam na formação do aluno. O uso desta metodologia, baseada na estratégia de aprendizagem para resolver problemas reais de interesse do aluno, contribui para o desenvolvimento profissional do engenheiro em treinamento. Uma característica especial da variante ABP proposta nesta pesquisa é que a avaliação é contínua e diretamente aplicável a cada aluno que resolve um problema com uma aplicação prática diferente. Outra diferença é que, ao desenvolver o projeto ao longo do semestre, integrando os conhecimentos adquiridos gradualmente, ao longo das 3 etapas, com feedback constante, objetivo e sistemático, motiva o aluno a continuar com o projeto. O planejamento didático do professor considera atividades, resultados e rubricas bem definidas, para então entrar no primeiro estágio, que corresponde ao planejamento do projeto pela equipe e inclui tanto a determinação dos requisitos, quanto o desenho do projeto. base de dados; o segundo estágio permite que o banco de dados seja implementado em uma linguagem apropriada e, por fim, o terceiro estágio considera a integração do banco de dados e seu gerenciamento dentro do sistema de gerenciamento. Os resultados do estudo de caso apresentado correspondem ao processo de implementação da ABP, através de cada uma de suas etapas, com um grupo de 30 alunos, onde mais de 80% conseguiram concluir seu projeto com um bom desenho, desenvolvimento e implementação. , ao cumprir os requisitos do sistema proposto. Essa estratégia permitiu que os alunos desenvolvessem habilidades de pesquisa, aumentando as habilidades de análise e síntese e conseguindo uma experiência educacional motivada, com um alto nível de comprometimento por parte dos envolvidos para chegar ao fim.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em projetos, banco de dados, competência, estudantes de engenharia, SQL, trabalho colaborativo.

Fecha Recepción: Noviembre 2017

Fecha Aceptación: Abril 2018

Introducción

En las aulas tanto profesores como alumnos requieren contar con información nueva que se conecte a conceptos relevantes ya existentes (Moreira, 2005). Las nuevas ideas, conceptos, proposiciones, entre otros, pueden aprenderse significativamente, y retenerse, en la medida en que otras ideas, conceptos y proposiciones específicamente relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del alumno y funcionen como puntos de anclaje, es decir, de referencia con la motivación adecuada para lograr un aprendizaje significativo.

Lo anterior implica la búsqueda constante por parte del profesor de retos interesantes de aplicación de los conocimientos en el mundo real. Una estrategia de aprendizaje valiosa en este contexto es el método de proyectos, el cual brinda un eje de apoyo para que los estudiantes de ingeniería adquieran un conjunto variado de competencias, y esto a su vez refuerce su motivación por aprender. Por otro lado, al profesor en el área de ingeniería le da la oportunidad de proponer espacios de aprendizaje que permitan el uso de diferentes habilidades en la resolución de problemas concretos.

En el presente trabajo se aborda la implementación de una estrategia pedagógica que tiene como sustento teórico el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que se traduce en una estrategia fundamental para trabajar en materias de ingeniería de *software*. El caso de aplicación es la materia de Base de Datos que se imparte en la carrera de Ingeniería en Telemática, en una de las unidades académicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). La materia se encuentra en el segundo nivel de competencias (Formación profesional) del mapa curricular de esta carrera, el cual está integrado por 280 créditos del Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos [SATCA] (IPN-UPIITA, 2012).

En la unidad de aprendizaje Base de Datos lo que interesa es que el estudiante resuelva problemas que involucren la implementación de las bases de datos relacionales, para lo cual se requiere de un buen diseño y de conocimientos de programación en lenguaje de consulta estructurada (SQL, por sus siglas en inglés); y así concreten sistemas

telemáticos que usen el conocimiento de la materia. Esta unidad de aprendizaje permite contribuir al perfil de egreso a través del desarrollo de destrezas necesarias para el ingeniero telemático del Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2012), con la ayuda de la orientación didáctica dictada en el temario de la asignatura, así como utilizando el ABP.

Según Aravena, Caamaño y Giménez (2008), el uso de esta estrategia permite el proceso de integración, construcción y apropiación de los conceptos por parte de los estudiantes, al igual que contextualizarlos en un ambiente de resolución de problemas, permitiendo también la retroalimentación del profesor por medio del seguimiento continuo del aprendizaje. La problemática que se presenta en esta materia que se imparte en 18 semanas es que, a pesar de que el método de proyectos es sugerido en el programa de estudios, este no se lleva a cabo desde el inicio del curso; sino que los proyectos son propuestos por el profesor en las últimas cuatro semanas del curso, lo que ocasiona que los alumnos no siempre puedan terminar el proyecto al 100 %, aunado a un sentimiento de frustración por no recordar lo que se vio en las primeras sesiones. Todo esto se ve reflejado en una deficiencia en el aprendizaje significativo en el estudiante de nivel superior.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia del uso del ABP de forma transversal desde el inicio del semestre y que cada tema sea aplicado directamente a su proyecto, con la intención de conectar los conocimientos previos del estudiante con el contexto en el que se desenvuelve y su realidad circundante, en específico al trabajar con la unidad de aprendizaje denominada Base de Datos.

En la primera sección se aborda el marco teórico donde se describe el ABP y las competencias desarrolladas; posteriormente se plantea el marco empírico para el desarrollo de la planeación didáctica y se describe la metodología de la implementación de cada una de las etapas de este tipo de aprendizaje en la asignatura Base de Datos, así como la forma de evaluar su implementación, y finalmente se discuten los resultados de la aplicación de la estrategia a un grupo de 30 alumnos de ingeniería y se dan las conclusiones del trabajo.

Marco Teórico

Sobre la estrategia de aprendizaje basado en proyectos

El ABP es una estrategia de trabajo en clase que lleva una secuencia de pasos. A continuación, se describe cada uno de ellos:

1) Se deben establecer conexiones entre los conocimientos previos del estudiante con su realidad circundante, lo que le permite al profesor tener un conocimiento sobre las prácticas cotidianas de sus alumnos y el contexto en el que se desenvuelve. Esto permite acceder a algunos saberes importantes desde el aula (Sayago y Chacón, 2006).

2) Se debe realizar una planeación que esté encaminada a que el profesor, junto con sus alumnos, pueda plantear situaciones problemáticas que emerjan de las necesidades del estudiante o su entorno. Esta planeación incluye los objetivos de aprendizaje y la proyección del escenario educativo, con la finalidad de lograr una articulación que vaya más allá del aula, generando en los estudiantes reflexiones que permitan que estos procesos en su cotidianidad se conviertan en un escenario de constante cuestionamiento.

3) El proyecto debe ser visto como una estrategia de trabajo, en donde el aprendizaje debe contar con las siguientes características, tal y como lo señala Cánovas (2007):

- Se construye sobre la base de la acción.
- Se da en interacción con otros.
- Requiere de disciplina, que no es lo mismo que silencio.
- Se da en ambientes y situaciones significativas para los estudiantes.

Por lo que este proceso reconoce en el estudiante un sujeto activo, cuya participación es fundamental para el desarrollo del proyecto. En relación con el proceso evaluativo, este no se piensa como evaluación de contenidos, sino se ve como parte de un proceso formativo.

4) Implementar el ABP implica el desarrollo de actitudes en el estudiante y no solo la aprehensión memorística, esto se debe articular con la apuesta educativa de cada uno de los maestros, pero en general el proyecto lo que busca es plantear la problematización y resignificación de prácticas cotidianas.

5) El ABP implica el desarrollo de una capacidad de interlocución estudiante-docente, lo cual debe ser entendido en los términos propuestos por Harwell (1997), donde la negociación es una práctica fundamental que desarrollar. Si bien el docente plantea un proyecto general bajo el cual se va a conducir la clase, los estudiantes, desde lo particular, pueden plantear el desarrollo y ejecución, además de intervenir y vislumbrar sus intereses cotidianos, garantizando que sienta como propia la elección temática y, de igual manera, garantizando en gran medida el éxito en los propósitos formativos del mismo.

Competencia colaborativa

El trabajo colaborativo es esencial para los alumnos de nivel superior, así como para su desempeño en el campo laboral, ya que actualmente en distintas empresas se necesita de la contribución de profesionales con distinta formación para alcanzar la meta requerida; por lo que cobran gran importancia la relaciones interpersonales. Esto implica que los profesionistas deben tener una formación no solo en el contenido específico de su carrera, sino en el desarrollo de competencias como la colaborativa. En algunos programas de estudio a nivel universitario se contempla el desarrollo de la competencia genérica de trabajo colaborativo debido a su importancia y variabilidad, ya que, a su vez, ayuda al desarrollo de otras competencias procedimentales fundamentales, por ejemplo, la resolución de problemas. Magraner y Valero (2013) señalan que “la versatilidad de esta competencia ha propiciado que en ocasiones el proceso grupal quede desatendido, confiando en las habilidades interpersonales de los alumnos” (p. 4). De igual modo, la evaluación del trabajo en equipo se circunscribe a la calidad del trabajo final sin atender a los elementos procesuales. Y los mismos autores agregan que se debe sistematizar el trabajo en equipo, así como atender los procesos grupales separando la evaluación de la competencia colaborativa de la valoración de la calidad práctica del trabajo.

De acuerdo con lo señalado por Johnson, Johnson y Holubec (1999), los principios del trabajo colaborativo son la interdependencia positiva, las interacciones cara a cara, la responsabilidad individual, el desarrollo de habilidades sociales y la autorreflexión del grupo. El desarrollo de estos principios conducirá a que el grupo de personas involucradas

en un fin común logren participar de forma equitativa y comunicándose fluidamente, negociando y compartiendo tareas de liderazgo.

Marco empírico

Contexto para la implementación en un caso práctico de la estrategia del ABP

Permitiendo experimentar experiencias educativas, además de un incremento en la motivación, como se describe en Sánchez, Ferrero, Conde y Cendón (2016), se aplicó el ABP de acuerdo con la metodología que contempla la planeación didáctica que debe realizar previamente el profesor antes de iniciar el curso y las tres etapas que incluyen el análisis y diseño del problema planteado por parte del alumno, la programación desarrollada por el diseñador y, por último, la implementación de sistemas de gestión de datos, lo que permite cubrir todos los aspectos necesarios para la aplicación de este tipo de aprendizaje.

Esta metodología se aplicó a alumnos de la carrera de Ingeniería Telemática del Instituto Politécnico Nacional, como ya se mencionó, asignados en cuarto semestre, quienes se encontraban en un rango de edad de entre los 19 y 22 años, en grupos no heterogéneos debido a que el plan de estudios permite la flexibilidad académica y no todos llevan las mismas asignaturas antecesoras.

Para llevar a cabo la inclusión de la estrategia del ABP de forma transversal se requiere de una planeación didáctica por parte del profesor en la que se incluyan los elementos necesarios para su implementación, los cuales integran tanto los recursos pedagógicos como tecnológicos a emplear en la práctica docente, con la finalidad de que el estudiante aplique lo aprendido y logre dar solución a través del conocimiento de la administración de las bases de datos a un problema real.

Tabla 1. . Etapas de la metodología para la implementación del ABP

Etapa 1: Planeación del proyecto (análisis y diseño de la base de datos)	Etapa 2: Ejecución (Uso de lenguajes de programación)	Etapa 3: Implementación de sistemas de datos
<p><i>a)</i> Definir los requerimientos del proyecto basados en el estándar IEEE-830</p> <p><i>b)</i> Modelar la base de datos con los modelos relacionales</p>	<p><i>a)</i> Comprender y utilizar el lenguaje de programación para el BD.</p> <p><i>b)</i> Conexión de la base de datos con el lenguaje de alto nivel</p>	<p><i>a)</i> Crear y manipular la base de datos del proyecto con el lenguaje de las bases de datos relacionales, a través de implementar las reglas de negocio y las interfaces graficas de usuario</p>

Fuente: Elaboración propia

En esta planeación didáctica se toma en cuenta lo siguiente: *a)* dividir el grupo en equipos de trabajo de acuerdo con la cantidad de alumnos; *b)* la organización de los elementos didácticos, y *c)* establecer las rubricas de evaluación.

Estos elementos didácticos y las herramientas de evaluación se utilizan en cada una de las etapas de la estrategia del ABP (véase tabla 1); la forma de aplicar la metodología didáctica se desglosa a continuación.

Pero antes es importante resaltar que la aplicación de la metodología planteada en este proyecto fue probada en alumnos que cursan el segundo nivel de su carrera, por lo tanto, integran tres asignaturas como antecesoras. Esta característica demostró que la estrategia del ABP coincide con lo señalado por Pérez, Nava, Castillo, Vital, Silvia, y Ramírez (2017): “El éxito no radica en el proyecto en sí mismo, sino en las posibilidades que supone su realización para poner en práctica y desarrollar diferentes competencias” (p. 8).

Planeación didáctica

Dividir el grupo en equipos de trabajo

Para este caso, en que el grupo consta de 30 alumnos, los equipos de trabajo fueron de dos integrantes. Se consideró el concepto de aprendizaje colaborativo (Collazos, 2006), ya que los alumnos son quienes diseñan la estructura de interacciones y mantienen el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje, el cual está relacionado con el nivel de involucramiento propuesto. El uso de grupos pequeños permite que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje; por lo anterior el involucramiento por alumno se consideró de un 50 %. Normalmente se deja que los propios alumnos elijan a su compañero de equipo; en el caso de que un número de alumnos no se ponga de acuerdo o el número sea impar el profesor será el encargado de formar los equipos. Como para este caso de estudio el total de alumnos fue par, no fue necesaria la intervención del profesor. Por lo tanto, los estudiantes se organizaron en 15 equipos.

Organización de los elementos didácticos

De acuerdo con los tiempos y alcances de la unidad de aprendizaje, se elaboró la planeación. Esta incluye la determinación de los aprendizajes esperados, las competencias a desarrollar, los recursos a emplear por el profesor y el alumno y el producto a obtener en las dos etapas siguientes. También se definió la temporalidad de cada una de las etapas y el tipo de ponderación a utilizar.

Tabla 2. Etapa 1: Planeación, que incluye el análisis y el diseño de las bases de datos

Resultado parcial del producto final	El alumno deberá realizar un documento donde elabore el análisis y diseño de acuerdo con el estándar IEEE -830 ^a, utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para presentar los casos de uso. Como producto de esta etapa deberá entregar el modelo relacional normalizado de acuerdo con las reglas de Cood con base en la transformación del modelo entidad-relación^b.
Recursos digitales profesor	- Diapositivas y videos: Utilizados para la exposición en clase. - Internet, procesador de textos y Dropbox©. - DBDesigner©: <i>Software</i> utilizado para presentación del modelo relacional.
Recursos digitales alumno	- Videos, Internet, procesador de textos y Dropbox© para fortalecer el trabajo autónomo. - DBDesigner©: <i>Software</i> utilizado realizar modelo relacional.
Competencias transversales	Realizar trabajo autónomo. Resolver el problema a través de la toma de decisiones propias; explicar el diseño y ser capaz de modificarlo de acuerdo con las necesidades del proyecto; todos los integrantes del equipo explican la solución al problema planteado con actitud amigable y respetuosa y resumen la información con base en el análisis realizado y con pensamiento crítico. Ser proactivo en el ambiente de trabajo en equipo y cumpliendo con los lineamientos planteados por el profesor.
Aprendizajes esperados	El alumno deberá ser capaz de diseñar el modelo relacional normalizado de un sistema de información con base en la transformación de un modelo entidad relación o modelo entidad relación extendido.
^a Documento generado por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) para estandarizar el diseño de algoritmos (Arévalo, Linares, Correa, Parra, y González, 2008).	
^b Metodología según Barker (1994).	

Fuente: Elaboración propia

De las entregas del proyecto basándose en las fases que se contemplan en las etapas de la estrategia ABP. Las competencias por desarrollar en los estudiantes son el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), la toma de decisiones, la planificación de recursos, el pensamiento crítico y reflexivo y el trabajo colaborativo.

Al final de cada etapa se considera realizar una evaluación por parte del profesor para dar retroalimentación al equipo, considerando dos rubros importantes: concretar los objetivos de aplicación de conocimiento y el desarrollo de las competencias involucradas. En la tabla 2, tabla 3 y tabla 4 se desglosa la planeación, definiendo el resultado esperado, así como las competencias a desarrollar, los aprendizajes y recursos contemplados en cada etapa.

Tabla 3. Etapa 2: Lenguaje de bases de datos

Resultado parcial del producto final	Programa codificado para crear y manipular la base de datos del proyecto con el SQL.
Recursos digitales profesor	Internet, diapositivas, videos: Exposición en clase. Procesador de textos, Dropbox®, Internet. Sistemas manejadores de base de datos para la creación y manipulación de la base de datos.
Recursos digitales alumno	Videos, Internet, procesador de textos y Dropbox® para realizar trabajo autónomo. Sistemas manejadores de base de datos para la creación y manipulación de la base de datos del proyecto por el alumno.
Competencias transversales	Deberá cubrir los requerimientos funcionales utilizando su propio criterio de forma ágil, al emplear las sentencias del SQL. Todos los integrantes del equipo explican la solución al problema planteado con actitud amigable y respetuosa. Presentan la información y su análisis con pensamiento crítico. Aplicar el trabajo colaborativo.
Aprendizajes esperados	Deberá de codificar programas de bases de datos en el lenguaje de consultas SQL.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Etapa 3: Integración de la base de datos a los sistemas gestores de información

Resultado parcial del producto final	Realizar todas las consultas con el SQL en procedimientos almacenados, cubriendo los requerimientos funcionales planteados en la etapa 1. La codificación de las interfaces de usuario en un lenguaje de alto nivel para la administración de la información a través de ellas.
Recursos digitales profesor	Internet, Diapositivas, Videos: Exposición en clase. Procesador de textos, Dropbox ©, Internet, para promover el aprendizaje autónomo. Sistemas manejadores de base de datos para la creación y manipulación de la base de datos. Ambiente de desarrollo para lenguajes de alto nivel para generar las interfaces de usuario.
Recursos digitales alumno	Videos, Internet, procesador de textos y Dropbox© para realizar trabajo autónomo. Sistemas manejadores de base de datos para crear y manipular la base de datos del proyecto. Ambiente de desarrollo para lenguajes de alto nivel para la creación de las interfaces de usuario.
Competencias transversales	Es capaz de elaborar a través de lo aprendido en la asignatura de las bases de datos un sistema completo con una buena implementación (diseño y desarrollo), cumpliendo con el análisis de requerimientos del sistema. Todos los integrantes del equipo son capaces de explicar la forma de implementación al problema planteado con actitud amigable y respetuosa y presentan la información analizando con pensamiento crítico los resultados.
Aprendizajes esperados	Deberá de ser capaz de implementar transacciones en bases de datos con sustento en técnicas de bloqueo y niveles de aislamiento, además de implementar los programas con aplicaciones de bases de datos en lenguajes de programación de alto nivel gracias a la implementación de conectores ODBC ^a .
^a Open DataBase Connectivity.	

Fuente: Elaboración propia

Establecer las rúbricas de evaluación y sus porcentajes por etapa en la elaboración del proyecto

El sistema de evaluación basado en rúbricas es utilizado para medir el grado de adquisición de conocimiento, calidad de los resultados obtenidos y desempeño de las competencias indicadas, de manera consistente y considerando la calidad esperada en cada uno de los rubros a considerar. Por tanto, no se evalúa solo el resultado final, sino todo el proceso y se da una retroalimentación al alumno en cada etapa de evaluación. Para la etapa 1, el alumno deberá de ser capaz de analizar y aplicar la ingeniería de requerimientos, así como de diseñar el modelo entidad-relación y el modelo relacional normalizado del sistema de información. (Las rúbricas planteadas para esta fase se muestran a detalle en la tabla 4, que se encuentra en el anexo 1). En esta primera etapa se evalúan cuatro criterios, asignando un porcentaje a cada uno, dependiendo del nivel que hayan desarrollado los estudiantes y en la forma en que estructuran, manejan y documentan cada categoría. Y las categorías son las siguientes: Problema de Investigación (30 %), Diseño del Proyecto (40 %), Integración del Equipo (10%) y Documentación (20 %). La escala que se emplea para asignar los porcentajes, por su parte, es la siguiente: Excelente, Bien, Regular e Insuficiente.

En la etapa 2, el alumno deberá de ser capaz de codificar programas de bases de datos utilizando el SQL, reforzando las competencias de trabajo colaborativo y documentación formal de los procesos, por lo que se generó la rúbrica mostrada en la tabla 5, la cual se encuentra en el anexo 2. Las categorías que se evalúan en esta segunda etapa son: Codificación del Proyecto (60 %), Conexión a la Base de Datos (10 %), Documentación (20 %) e Integración del Equipo (10 %). Teniendo una escala igual que en la primera etapa.

Para la etapa 3, el alumno deberá de ser capaz de implementar transacciones en la base de datos eficientemente, utilizando técnicas de bloqueo y niveles de aislamiento, así como los programas de aplicación de las bases datos en lenguajes de programación con base en conectores.

Las herramientas de evaluación de esta última etapa, después de la retroalimentación, priorizan la transferencia del cómo aprender al cómo hacer dentro del ámbito cognitivo, sin dejar de lado el desarrollo o revisión de las habilidades de autogestión por parte del grupo de trabajo.

Las categorías que se evalúan en esta tercera etapa son: Interfaz de Usuario [IU] (40 %), Integración de la Base de Datos e IU (30 %), Integración del Equipo (10 %), Documentación del Proyecto (20 %). Empleando la misma escala que en las etapas anteriores, de acuerdo con la forma en que los estudiantes entregan el sistema incluyendo el trabajo colaborativo desarrollado. En la tabla 6, que se encuentra en el anexo 3, se detalla cada porcentaje asignado.

Metodología de la implementación de la estrategia del ABP durante la impartición de la unidad de aprendizaje Base de Datos

Etapa 1: Análisis y diseño de la base de datos

Definir los requerimientos del proyecto

Los alumnos desarrollaron el análisis de requerimientos de acuerdo con el estándar IEEE- 830 (Arévalo *et al.*, 2008). Se desarrollaron los casos de uso y se crearon un conjunto reglas de negocios que describen la aplicación completa. Aunque los requerimientos en esta etapa aún son cualitativos, se contiene información para determinar los requerimientos funcionales y no funcionales. Durante este trabajo se invierte el tiempo entendiendo los requerimientos y explorando posibles soluciones. Se deben escribir los casos de uso basándose en las interacciones de los usuarios con el sistema y analizando los procesos. Debido a la naturaleza exploratoria de este proceso, se producen requerimientos bien documentados que benefician el desarrollo del resto del proyecto (Fernández y Fillottrani, 2003).

El objetivo de la unidad de aprendizaje es desarrollar bases de datos con sustento en el modelo de datos relacional, apoyados en la normalización y en el SQL. Para cumplir con el objetivo planteado y que el conocimiento sea significativo, se debe propiciar la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo, tomando en cuenta que

el aprendizaje deberá ser progresivo, es decir, los significados van siendo captados e interiorizados; en este proceso la interacción con el conocimiento previo es muy importante (Moreira, 2005). Es por esto que se solicita definir claramente el objetivo y los requerimientos del sistema final: deberá ser un caso de la vida real para lograr la interacción con conocimientos previos, así como la relación progresiva con los nuevos conocimientos de la teoría de base de datos. Por todo lo anterior, el proyecto debe cubrir los siguientes requerimientos:

1. Al plantear el objetivo, poner énfasis en que el sistema dé prioridad al almacenamiento de la información.
2. El problema por resolver debe ser de la vida real y útil para un usuario final, es decir, se requiere contar con una persona que pueda asesorarlos en la definición de los requerimientos funcionales (rol del cliente).
3. Para la implementación del sistema de información se requiere especificidad en cada una de las etapas a desarrollar, a saber, análisis, diseño e implementación.

El alumno deberá realizar, dentro de la etapa de ingeniería de *software*, el proceso de ingeniería de requerimientos (IR), que se utiliza para definir todas las actividades involucradas en el planteamiento, documentación y mantenimiento de los requerimientos para un producto de *software* determinado. En este punto es muy importante tomar en cuenta que el aporte de los requerimientos determina la viabilidad del *software* (si es factible llevarlo a cabo o no), pasando posteriormente por un subproceso de obtención y análisis de requerimientos y su especificación formal, para finalizar con el subproceso de validación, donde se verifica que los requerimientos realmente definan el sistema que desea el cliente (Arias, 2005). El resultado de esta etapa dentro del estudio se ve resumido en la tabla 5.

Modelar la base de datos

Después de haber entendido el problema de acuerdo con la teoría de las bases de datos, se desarrolló el modelo entidad-relación, que es una técnica de ingeniería de la información para desarrollar un modelo de datos de alta calidad, ofreciendo una forma estándar de definir los datos y las relaciones entre estos para todos los sistemas de información (Barker, 1994).

Tabla 5. Información de los 15 proyectos elaborados por el grupo de estudio

Título del proyecto	Objetivo	Giro de la empresa	Cliente solicitante	Equipo a cargo
Balder43 HUB	Gestión de información de los integrantes de un grupo de Scout.	Asociación civil	Jefe del grupo Scout	Equipo 1
Projects of applied engineering	Gestión de insumos de un taller mecánico automotriz.	Automotriz	Dueño del taller automotriz	Equipo 2
PCA center	Gestión de la venta de libros a escuelas públicas y privadas.	Venta de libros	Gerente la librería	Equipo 3
Body Factory	Sistema para la administración financiera de un gimnasio.	Salud y cuidado personal	Dueño del gimnasio	Equipo 4
T-soft	Administrar la manufactura de playeras.	Manufactura	Empleado/vendedor	Equipo 5

Forte	Gestionar los parámetros de las enfermedades de diabetes e hipertensión.	Salud	Médico	Equipo 6
Concesionaria automotriz	Administrar la información de los servicios automotrices.	Automotriz	Gerente de la concesionaria	Equipo 7
Mozart coach system	Administrar equipos de juegos electrónicos.	Juegos electrónicos	Coach de videojuegos	Equipo 8
Pancita carmelita	Gestionar las ventas del restaurante.	Restaurante	Dueño	Equipo 9
Sistema indicador de desempeño	Administrar encuestas a trabajadores y clientes de satisfacción en una agencia automotriz.	Automotriz	Jefe del área de sistemas	Equipo 10
Administración de ganado bovino	Gestionar información de ganado bovino de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.	Educación	Módulo de enseñanza agropecuaria	Equipo 11

Venta de tamales	Gestionar la información en una tienda de abarrotes.	Restaurante	Dueño	Equipo 12
Sigma	Gestionar la información de alumnos de un estudio de danza.	Recreativo	Dueño	Equipo 13
Venta y compra de zapatos	Gestionar compras y ventas de una zapatería.	Ventas	Dueño	Equipo 14
Sistema taller	Gestionar la información de servicios de un taller de hojalatería.	Automotriz	Dueño	Equipo 15

Fuente: Elaboración propia

El diagrama está en relación con el paso anterior y es necesario que el alumno lo desarrolle en esta fase, ya que, en este modelo, los datos son percibidos como tablas basadas principalmente en la teoría de conjuntos y en la lógica de predicados (Silberschatz *et al.*, 2002). A medida que el alumno logre sistematizar la identificación de las entidades, definir las relaciones entre ellas y plasmarlas estructuradamente, será posible migrar a la forma en la que el sistema manejador de base de datos (SMBD) entiende la información para ser almacenada y procesada.

Para finalizar esta etapa es necesario que se apliquen las reglas de normalización al modelo relacional, ya que son indispensables para corregir redundancias si aún existen. Con este procedimiento se puede especificar un conjunto de atributos y sus dependencias funcionales básicas. El alumno debe normalizar hasta la forma normal que le indiquemos (generalmente hasta la tercera forma normal o la forma normal de Boyce Codd) y, utilizando el diseño de la base de datos relacional, se debe introducir cada una de las

relaciones normalizadas, seleccionando sus atributos y sus claves principales y externas. Del mismo modo, se pueden especificar dependencias multivaluadas y de reunión, si interesa que el ejercicio contemple la cuarta y la quinta forma normal (Soler, Prados, Boada y Poch, 2006). Este proceso implica que el alumno conozca, interiorice y aplique los conceptos de diseño de las bases de datos relacionales a casos de la vida real.

Etapa 2: Lenguajes de programación

Comprender y utilizar el lenguaje de programación para las bases de datos

El aprendizaje del SQL es sin duda otro de los objetivos necesarios para el desarrollo del proyecto. El SQL es un enunciado genérico en el que se describen las tablas que conforman la base de datos, seguido de todas las consultas que se quieran formular. Cada una de ellas lleva asociada una o más soluciones correctas. Asimismo, cada problema también lleva asociadas las instrucciones SQL para la creación de las distintas tablas, así como las de inserción de datos en ellas (Soler *et al.*, 2006). De esta forma, el alumno deberá utilizar su propio criterio y lograr implementar las reglas de negocio, utilizando de forma ágil todas las sentencias del SQL. Se espera que, con la práctica, el alumno logre concretar en un producto viable, la aplicación del conocimiento adquirido durante este curso.

Conexión de la base de datos con el lenguaje de alto nivel

Para esta etapa, el alumno ya deberá de conectar el SDBD con un lenguaje de alto nivel y aplicar el lenguaje de definición de datos (LDD) y el lenguaje de manipulación de datos (LMD) del SQL, lo que implica crear, modificar y eliminar tablas en la base de datos, al igual que actualizar la información con las instrucciones de insertar, actualizar y borrar. Para el desarrollo de consultas, se utiliza el SQL con consultas simples, consultas multitabla, procedimientos almacenados, disparadores y transacciones. El alumno deberá implementar transacciones en base de datos utilizando técnicas de bloqueo y niveles de aislamiento; e implementar los programas de aplicación de las bases de datos en los lenguajes de alto nivel con base en conectores y puros.

Etapas 3: Generación del sistema de gestión de datos

Para implementar las reglas de negocio y las interfaces gráficas de usuario, es necesario que el alumno programe las reglas de negocio planteados en la etapa 1 que se generaron con el análisis de requerimientos, con el SQL y el lenguaje de alto nivel. Cabe señalar que el curso no tiene como objetivo principal enseñar el lenguaje de alto nivel en el que programe el alumno las interfaces de usuario, ya que en este caso es una asignatura antecesora de la de Base de Datos, como el lenguaje Java. Pero sí que asocie ese conocimiento previo a la aplicación de nuevo conocimiento.

Evaluación del proyecto

Para la evaluación se toma en cuenta que el proyecto esté terminado, que tenga un diseño optimizado, que se haya desarrollado de manera completa y que se cubran las pruebas mínimas de funcionalidad con el análisis de requerimientos del sistema. La evaluación se basa en las rúbricas de evaluación planteadas en la tabla 6 y los resultados se pueden observar en la siguiente sección.

Resultados

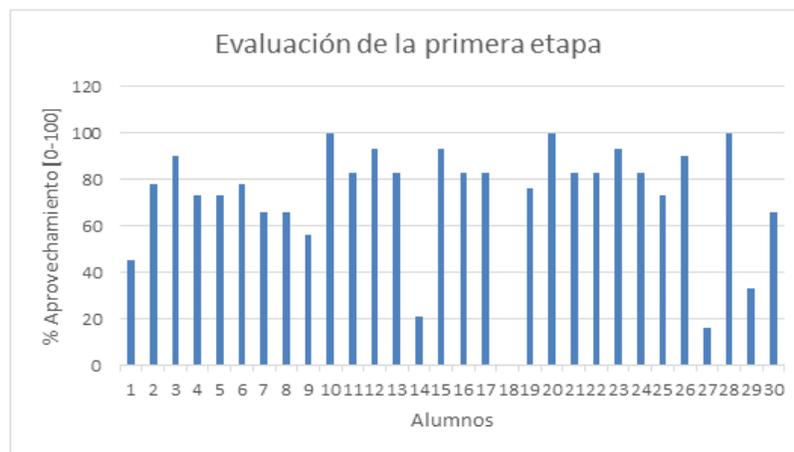
Etapas 1: Planeación del proyecto

Para la etapa 1, se revisaron las evidencias mostradas por los estudiantes en relación con las cuatro criterios que se consideraron, a saber, el planteamiento del problema (40 %), el diseño del proyecto (30%), el desarrollo de la competencia de trabajo colaborativo a través de la integración que tuvieron como equipo en la solución del problema planteado, para lo cual presentaron un reporte oral y uno escrito (10 % y 20 %, respectivamente). En la figura 1 se pueden observar los promedios obtenidos de los 30 alumnos para la etapa 1.

Como se aprecia en la gráfica, solamente cinco alumnos no lograron atender las necesidades con los conocimientos de las bases de datos para establecer la problemática de un sistema de información, esto da como resultado que 83.33 % de los estudiantes se considera de regular a excelente, logrando obtener los resultados esperados para la etapa

1. Estos, asimismo, indican que el enfoque de realización en un ambiente tecnológico de motivación a los jóvenes para aprender les permite seleccionar temas que les interesan y que son importantes para sus vidas como profesionales y resolver problemas de aplicación práctica (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010). Por otro lado, 30 % de los alumnos tuvo un resultado regular, por lo que se requirió retroalimentación al respecto por parte del profesor tanto sobre su desempeño en las competencias trabajadas como en los puntos de mejora en el proyecto.

Figura 1. Resultados. Etapa 1: Planeación del proyecto



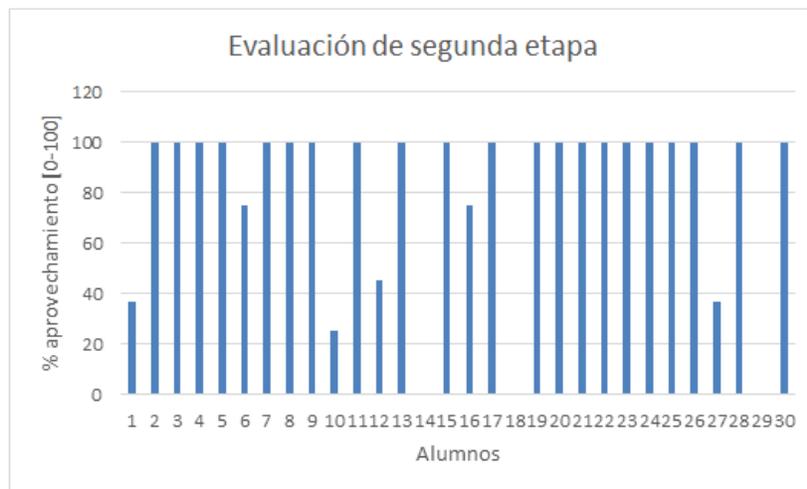
Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Ejecución del proyecto

Utilizando su propio criterio, el alumno logra resolver las reglas de negocio empleando de forma ágil todas las sentencias del SQL. En esta etapa, la codificación de la lógica de negocios del proyecto implementada en SQL (60 %) y la conexión a la base de datos (10 %) son priorizados porque refleja la aplicación de los conocimientos proporcionados por la unidad de aprendizaje. Las competencias de documentación e integración conforman el otro segmento a evaluar y retroalimentar. En la figura 2 se observa que 70 % del grupo obtuvo un desempeño excelente y que 60 % de esos alumnos mejoró con respecto a la etapa anterior, demostrando que la retroalimentación les permitió mejorar su desempeño, sobre todo en las competencias requeridas. Cabe aclarar que para

este caso de estudio en particular influyeron problemas personales o familiares en 10 % de los alumnos por lo que no se pudo dar continuidad a algunos proyectos (14, 18 y 29) y eso se vio reflejado en su desempeño. En el otro 20 % restante, se observó que la retroalimentación les permitió mejorar su desempeño en las competencias de presentación y defensa de su trabajo, aunque la implementación del proyecto no siempre se concretó eficazmente. En general, 76 % de los alumnos osciló en los rangos de regular a excelente.

Figura 2. Resultados. Etapa 2: Ejecuciones del proyecto

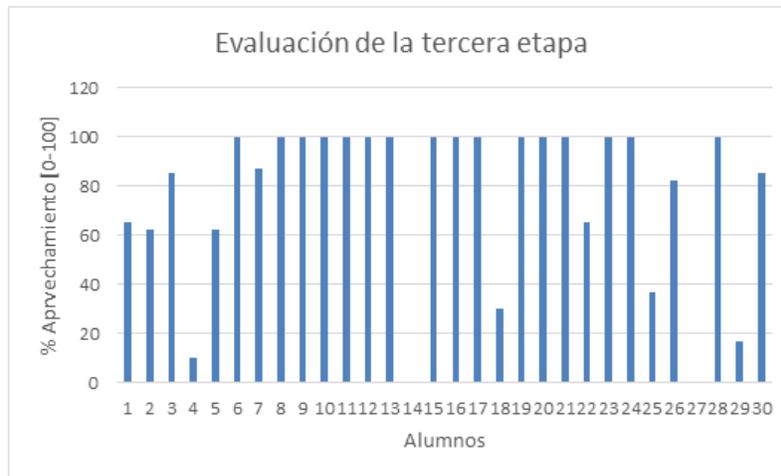


Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Implementación

En la parte final de la implementación del sistema de gestión de información y donde se involucra el conocimiento previo de otras asignaturas, como la de programar en lenguajes de alto nivel, por ejemplo, Java, Visual C#, PHP, entre otros, por un lado, se consideró la implementación de la interfaz de usuario (40 %) y la integración de la base de datos con la interfaz de usuario (30 %); y por el otro, las competencias de integración del equipo (10 %) y la documentación (20 %). Los resultados se presentan en la figura 3.

Figura 3. Resultados. Etapa 3: Implementación



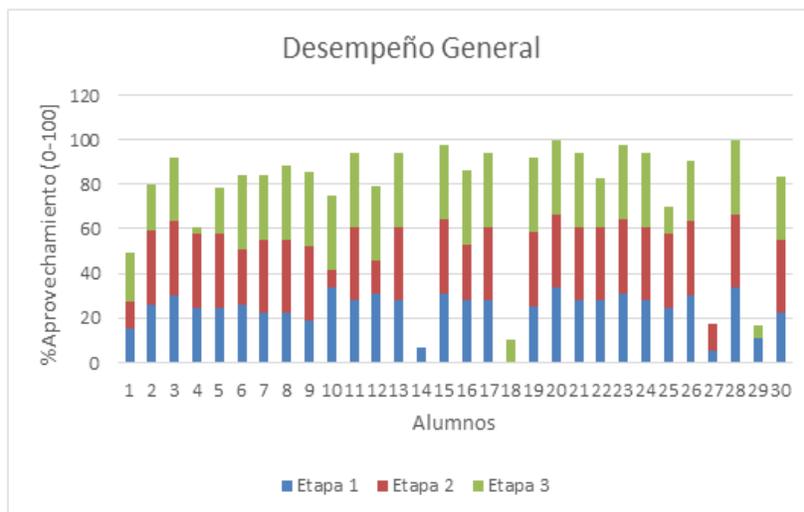
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4, los resultados para esta etapa señalan que 13.33 % de los alumnos no concretó su proyecto (14, 18, 27 y 29), mientras que 86.66 % logró un proyecto terminado con un buen diseño, desarrollo y probado, cumpliendo con los requerimientos del sistema planteados en la etapa 1. Además, 76 % del grupo logró integrar los conocimientos previos y completar el sistema de manera adecuada; en contraposición, 23 % tuvo problemas para integrar la información previa (no obstante lograron concretar el sistema en algunos casos fuera de tiempo). Es importante recalcar que los integrantes del equipo explicaron la solución del problema con actitud amigable y respetuosa en todos los casos. Y que si bien hubo 10 % que no alcanzó los objetivos, detectado desde la primera etapa (14, 18 y 29), el resto presentó una mejoría, aunque en algunos casos no fue suficiente para concluir adecuadamente su proyecto al integrar los conocimientos previos al diseño final.

Discusión de la evaluación del proyecto

En la figura 5 se observan los porcentajes alcanzados de los resultados en las tres etapas del proyecto a lo largo del semestre, con respecto al total de aprovechamiento esperado. Un alto porcentaje del grupo logró concluir su proyecto de forma satisfactoria, y fue capaz de mantener el trabajo en equipo a lo largo de todo el semestre, así como hacer un análisis de la información con pensamiento crítico para la solución del problema propuesto (83 %). Para considerar que el proyecto esté terminado con un diseño optimizado, este debe cubrir las pruebas mínimas de funcionalidad cumpliendo con el análisis de requerimientos del sistema. Se observa que 70 % de la evaluación de cada rúbrica evaluaba al proyecto y permitió evidenciar el desarrollo adecuado del mismo en 80 % de los alumnos a lo largo del proyecto. Por su parte, 13 % de los estudiantes que no cumplió con el proyecto, tampoco concluyeron el curso, por cuestiones personales; el restante 7 % representa a dos estudiantes, quienes presentaron un caso distinto de forma individual: uno incrementó su desempeño durante el curso (sujeto 1) y otro dejó de trabajar en la última evaluación (sujeto 4).

Figura 4. Resultados del seguimiento de las tres etapas del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de Base de Datos



Fuente: Elaboración propia

Se observó, además, que la retroalimentación continua, la indicación sobre los puntos a mejorar en la autogestión del grupo de trabajo y la presentación de la documentación funcionaron como elementos motivantes para los estudiantes. El incluir los elementos estudiados en la unidad de aprendizaje en la implementación del proyecto desde el inicio del curso le permitió al alumno verificar si los contenidos adquiridos y su significado durante la clase fueron obtenidos satisfactoriamente y en el caso de que detectara alguna omisión, podía hacer uso de los recursos educativos complementarios disponibles. También se observó que, en la tercera etapa, los conocimientos que no son cubiertos por el programa, porque forman parte de las materias antecesoras, afectaron la conclusión eficiente del sistema; pero que en los casos aprobatorios, el uso de las TIC y el compromiso conjunto con el compañero de equipo les permitió reforzar o abordar los conceptos bajo diferentes perspectivas o explicaciones para solventar este inconveniente.

Conclusiones

La implementación del aprendizaje basado en proyectos de forma transversal en la materia Base de Datos, que contribuye a la formación profesional en la currícula del área de ingeniería, permitió a los alumnos aumentar el nivel de conocimientos y habilidades en la implementación de sistemas de información, con el principal objetivo de implementar bases de datos. Les permitió a los estudiantes desarrollar las habilidades de investigación y, a través del desarrollo del proyecto, mejorar las aptitudes para la investigación, incrementando las capacidades de análisis y de síntesis.

Además, el trabajo en equipo y el uso del ABP les permitió dejar de lado un aprendizaje individualizado y compartir los retos y logros con sus compañeros; les hizo saber su capacidad, así como que el conocimiento sobre las bases de datos puede llegar a resolver problemas planteados en la vida real mediante la utilización de las TIC, y la relevancia que estas herramientas tienen en su vida profesional como ingenieros telemáticos.

Por parte del profesor, el guiar los diferentes proyectos de una manera sistemática y documentada dirigiendo la aplicación de los conocimientos a retos en el mundo real, le permite mantener el interés de los alumnos en temas complejos y algunos casos áridos, así como retroalimentar en la apropiación del conocimiento y fomentar el análisis de la información teórica de manera continua, sin dejar de lado el desarrollo de diferentes competencias que son deseables en los estudiantes de ingeniería. La metodología propuesta no solo permite uniformizar los criterios de evaluación en la propuesta didáctica inicial, y establecer en un futuro estrategias motivacionales o remediales, sino también permite hacer un análisis posterior cuidadoso del efecto de estas y documentar el proceso de manera sistematizada.

Referencias

- Aravena, M., Caamaño, C. y Giménez, J. (2008). Modelos matemáticos a través de proyectos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(1), 49-92.
- Arévalo, O., Linares, S., Correa, L., Parra, J. y González, H. (2008). *IEEE-STD-830-1998: Práctica Recomendada para las Especificaciones de Requisitos del Software*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/26783786/Requerimientos-Norma-ieee830doc/>.
- Arias, M. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 6(10), 1-12.
- Barker, R. (1994). *El modelo entidad-relación. CASE*Method*. Massachusetts, Estados Unidos: Adison-Wesley Iberoamericana.
- Cánovas, C. (2007). Reflexión de la práctica docente en un proceso innovador. *Actualidades Investigativas en Educación*, 7(3), 1-19
- Collazos, C. (2006). How to take advantage of "cooperative learning" in the classroom. *Educación y Educadores*, 9(2), 61-76.

- Fernández, M. y Fillottrani, P. R. (2003). Casos de uso: una propuesta para la reunión de requerimientos. En Caluva, C., Aranguren, S. y Muzachiodi, S. (eds.), *Memorias del V Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* (pp. 700-704), Buenos Aires, Argentina: RedUNCI.
- Harwell, S. (1997). Project-based learning. In Blank, W. and Harwell, S. (eds.), *Promising practices for connecting high school to the real world* (pp. 23-28). Tampa, United States: ERIC.
- Instituto Politécnico Nacional [IPN]. (2012). *Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA): Cursos de Ingeniería Telemática*. Ciudad de México, México: IPN. Recuperado de <http://www.telematica.upiita.ipn.mx/archivos/nivelIII/>.
- Johnson, D. W., Johnson, R. y Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona, España: Paidós.
- Magraner, B. y Valero, B. (julio de 2013) ¿Cómo desarrollar la competencia colaborativa en el alumnado universitario? una propuesta de implementación y evaluación. Ponencia llevada a cabo en las XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Alicante, del 4 al 5 de julio de 2013.
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6 (1) 83-102.
- Pérez, H. G., Nava, S. E., Castillo, F. E., Vital, O., Silvia, L., Vaca y Ramírez, F. J. (2017). Experiencia de Aprendizaje Intensivamente Orientado a Proyectos para la Enseñanza de Ingeniería Computacional. En Callaos, N. (ed.), *Memorias de la Décima Sexta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática* (pp. 8-15). Florida, Estados Unidos: Internacional Institute of Informatics and Systemics (IIS).
- Sánchez, L., Ferrero, R., Conde, M. Á. y Cendón, J. (septiembre de 2016). Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras. Ponencia llevada a cabo en el XVIII

Simposio Internacional de Informática Educativa. Salamanca, del 14 al 16 de septiembre de 2016.

Sayago, Z. B. y Chacón, M. A. (2006). Las prácticas profesionales en la formación docente: hacia un nuevo diario de ruta. *Educere*, 10(32), 55-66.

Silberschatz, A., Korth, H. F., Sudarshan, S., Pérez, F. S., Santiago, A. I. y Sánchez, A. V. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

Soler, J., Prados, F., Boada, I., y Poch, J. (2006). Utilización de una plataforma de e-learning en la docencia de Bases de Datos. En Ezpeleta, J. (ed.), *Actas de la XII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 584-586), Bilbao, España: Universidad de Deusto.

Anexo 1

Tabla 4. Rúbricas establecidas para evaluar la etapa 1 del desarrollo del proyecto

Criterio / % asignado	Excelente	Bien	Regular	Insuficiente
Problema de investigación	(30-21 %)	(20-16 %)	(15-11 %)	(10-0 %)
30 %	Es capaz de entender y resolver el problema a través de la toma de decisiones propias, generando argumentos en un problema real, considerando los conceptos de BD.	Plantea las necesidades a resolver usando los conocimientos de las BD, en un problema real.	Entiende las necesidades que debe resolver utilizando los conocimientos de BD en un problema real.	No entiende las necesidades a resolver, ni utiliza los conocimientos de BD en un problema real.
Diseño del proyecto	(40-30 %)	(30-21 %)	(20-11 %)	(10-0 %)
40 %	Es capaz de explicar los diseños de BD entidad – relación y	Es capaz de explicar el diseño de BD entidad – relación y	Diseñó el modelo entidad –relación y relacional según las reglas	No fue capaz de diseñar un modelo entidad – relación y

	relacional. Además de modificarlos de acuerdo con las necesidades planteadas en el documento de requerimientos.	relacional, considerando las necesidades planteadas en el documento de requerimientos.	de diseño de BD	relacional de forma correcta.
Integración del equipo	(10-7.6 %)	(7.5 – 5.1 %)	(5 – 2.6 %)	(2.5-0 %)
10 %	Todos los miembros del equipo de trabajo explican la solución a la problemática con actitud amigable y respetuosa.	Explican la solución propuesta con actitud amigable y respetuosa, pero se corrobora que la distribución en las tareas en el equipo no fue equitativa.	No todos los miembros del equipo pueden explicar la problemática, de forma eficaz.	Los resultados del trabajo son entregados por separado.
Documentación	(20-16 %)	(15-11 %)	(10-6 %)	(5-0 %)
20 %	Entrega documentación de manera clara y concisa, con base en el	Entrega información con base en el análisis de la solución de la	Entrega información de la problemática y cumple con	No se expresa la propuesta o no se atiende a lo solicitado.

	análisis de la información, con pensamiento crítico para la solución de la problemática y cumpliendo con los estándares de la IS.	problemática y cumple con los estándares de la IS	los estándares de la IS	
Nota: IS: Ingeniería de Software. UI: Interfaz Gráfica. BD: Base de Datos				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Tabla 5. Rúbrica de evaluación establecida para etapa 2 del desarrollo del proyecto

Criterio / % total asignado	Excelente	Bien	Regular	Insuficiente
Codificación del proyecto	(60-41 %)	(40-21 %)	(20-11 %)	(10-0 %)
60 %	Resuelven los requerimientos funcionales con criterio propio,	Resuelven los requerimientos funcionales con las reglas de negocio,	Resuelven los requerimientos funcionales con las reglas de negocio	Resuelven los requerimientos funcionales sin cumplir con las reglas de

	cumplen con las reglas de negocio, usando de forma ágil todas las sentencias de SQL.	usando todas las sentencias requeridas de SQL.	utilizando la mayoría de las sentencias de SQL.	negocio con el lenguaje SQL.
Conexión a la BD	(10-7.6 %)	(7.5-5.1 %)	(5-2.6 %)	(2.5-0 %)
10 %	Realiza eficientemente las conexiones de los lenguajes de alto nivel con los manejadores de BD.	Logra las conexiones de los lenguajes de alto nivel con los manejadores de BD	Con ayuda, logra la conexión de un manejador de BD a un lenguaje de alto nivel.	No logra las conexiones con las BD.
Documentación	(20-16 %)	(15-11 %)	(10-6 %)	(5-0 %)
20 %	Documento con un análisis crítico de la información para la solución de la problemática que cumple	Documentos con un análisis crítico de la problemática y cumple con los requisitos de la IS	Documento con la información de la problemática y cumple con los requisitos de la IS	El documento no cumple con lo que se le solicito.

	con los requisitos de la IS			
Integración del equipo	(10-7.6 %)	(7.5 - 5.1 %)	(5 - 2.6 %)	(2.5-0 %)
10 %	Todos los miembros del equipo de trabajo explican la solución de la problemática planteada con actitud respetuosa.	Se observa que la distribución en las tareas del equipo no fue equitativa.	No todos los miembros del equipo de trabajo logran explicar la solución al problema, de forma eficaz.	Los trabajos solicitados son entregados por separado.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Tabla 6. Rúbrica establecida para etapa 3 en el desarrollo del proyecto

Criterio / % asignado	Excelente	Bien	Regular	Insuficiente
Interfaz de usuario (IU)	(40-39 %)	(30-29 %)	(20-11 %)	(10-0 %)
40 %	El sistema está bien terminado, es amigable al usuario y cada	El sistema está bien terminado, cada requerimiento	El sistema cumple con cada requerimiento	El sistema no está terminado o no cumple con los

	requerimiento funcional está validado.	funcional está validado.	funcional del sistema.	requerimientos funcionales.
Integración de la BD e IU	(30-21 %)	(20-16 %)	(15-11 %)	(10-0 %)
30 %	El sistema está terminado con un buen diseño, desarrollo y probado. Cumple el 100 % de los requerimientos del sistema.	El sistema terminado cumple con el 80 % de los requerimientos.	El sistema terminado cumple con el 60 % de los requerimientos del sistema.	Cumple con menos del 60 % de los requerimientos del sistema.
Integración del equipo	(10-7.6 %)	(7.5-5.1 %)	(5- 2.6 %)	(2.5-0 %)
10 %	Todos los miembros del equipo de trabajan explican la solución a la problemática con actitud amigable y respetuosa.	El profesor observa que la distribución en las actividades del equipo no fue equitativa.	No todos los miembros del equipo de trabajo explican la solución al problema, de forma eficaz.	Los miembros del equipo entregan trabajos por separado.
Documentación del proyecto	(20-16 %)	(15-1 %)	(10-6 %)	(5-0 %)

<p>20 %</p>	<p>Documento basado en el análisis crítico de la información para la solución de la problemática que cumple con los requisitos de la IS.</p>	<p>Documento con el análisis de la información de la problemática que cumple con los requisitos de la IS.</p>	<p>Documento que presenta información de la problemática y que cubre los requisitos de la IS.</p>	<p>El documento no se refleja lo solicitado para la elaboración del sistema.</p>
<p>Nota: IS: Ingeniería de Software. UI: Interfaz Gráfica. BD: Base de Datos.</p>				

Fuente: Elaboración propia

Rol de Contribución	Autor(es)
Conceptualización	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Metodología	Blanca Alicia Rico Jiménez
Software	No aplica
Validación	Blanca Alicia Rico Jiménez
Análisis Formal	Laura Ivoone Garay Jiménez
Investigación	Blanca Alicia Rico Jiménez, Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Recursos	Blanca Alicia Rico Jiménez, Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Curación de datos	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Escritura - Preparación del borrador original	Blanca Alicia Rico Jiménez
Escritura - Revisión y edición	Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Laura Ivoone Garay Jiménez
Visualización	Laura Ivoone Garay Jiménez
Supervisión	Laura Ivoone Garay Jiménez
Administración de Proyectos	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Adquisición de fondos	Laura Ivoone Garay Jiménez